

лидары применяются не только в робототехнике. При 3D-сканировании есть возможность собрать точные данные о координатах расположения объектов в трехмерном пространстве. Так, с помощью интеграции летательных аппаратов и лазерного дальномера можно дать оценку объему породы, извлеченной из шахты или добытой открытым способом. Технология LIDAR, помимо всего прочего используется при дистанционном зондировании земли. Атмосферные лидары позволяют произвести оценку загрязнений атмосферы, а также полезны при исследовании параметров метеорологических элементов, таких как облака, ветер и различные газы.

Таким образом, технология LIDAR имеет множество перспектив для развития. Лазерное сканирование находит свое применение в совершенно разных и непохожих друг на друга сферах. В связи с роботизацией и цифровизацией спрос на лазерные дальномеры будет только расти, а их сфера применения увеличиваться. Поэтому совершенно точно можно сказать, что данное направление в области приборостроения заслуживает особого внимания.

#### Литература

1. Федоров, Б.Ф. Лазеры. Основы устройства и применение / Б.Ф. Федоров – М; ДОСААФ, 1988. – 190 с.
2. Кожина Е.П. Лидарные технологии: современное состояние и перспективы / Е.П. Кожина // Фотоника. – 2019. – Т. 13. – №. 6. – С. 570–573.
3. Публичный аналитический доклад «Сканирующие лазерные дальномеры (LIDAR)» // Официальный сайт ЗАО «СОЛАР ЛС» [Электронный ресурс]. – Минск. 2022. – Режим доступа: <https://solarlaser.com/> – Дата доступа: 15.03.2022.
4. Ландсберг, Г.С. Оптика / Г.С. Ландсберг. – М., 1976. – 928 с.

УДК 621.384.4

#### ПРИЦЕЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА НОЧНОГО ВИДЕНИЯ

Студенты гр. 11311119 Москаленко И.А., Казакевич Н.А., Али-заде Э.Т.

Кандидат техн. наук, доцент Кузнечик В.О.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Резкое ограничение видимости при наблюдении невооруженным глазом в сумерках и ночью обусловлено низким уровнем естественной ночной освещенности (ЕНО), а также несоответствием спектральной чувствительности глаза спектральному диапазону ЕНО [1]. Желание человека видеть в темноте привело к созданию приборов ночного видения (бинокли, прицелы, зрительные трубы), которые преобразуют невидимое для человеческого глаза изображение объектов наблюдения в видимое.

Прицелы ночного видения (ПНВ) предназначены для обнаружения и распознавания целей, ведения прицельной стрельбы в сумерках, ночных условиях, в том числе в полной темноте, и сложной фоноцелевой обстановке из стрелкового оружия (автомат, винтовка).

Прицельные устройства данного класса работают в ближнем и/или среднем и дальнем ИК-диапазонах, они могут быть аналоговыми и цифровыми, строиться на базе электронно-оптических преобразователей (ЭОП), ПЗС (CCD) или КМОП (CMOS) матриц, а также микроболометрических матриц. Обнаружение и распознавания целей в прицелах осуществляется по визуальному, телевизионному, тепловизионному или полученному цифровым сложением тепло-телевизионному изображению объекта. Для расширения функциональных возможностей прицельной техники в них может использоваться встроенный ИК-осветитель и/или лазерный дальномер.

В аналоговых прицелах ночного видения, состоящих в общем случае из объектива, ЭОП-а, прицельной сетки и окуляра, основным элементом является ЭОП (например, ЭОП 3 поколения или ЭОП на основе микроканальных пластин), характеристики которого определяют эффективность ПНВ. ЭОП представляет собой сложный электровакуумный прибор, с его помощью осуществляется перенос электронов с фотокатода на катодолуминесцентный экран, преобразующий спектр ИК излучения в видимый и усиливающий яркость, в несколько десятков тысяч раз, полученного изображения.

Цифровые прицелы конструктивно представляют собой объектив, фотоприемник (ПЗС или КМОП-матрица, отличающиеся способом считывания сигнала; близки по своим параметрам), блок электронной обработки изображения и управления, прицельную цифровую сетку (в памяти

может храниться большое количество прицельных сеток), микродисплей (жидкокристаллический или OLED-дисплей) и окуляр.

В отличие от ПНВ на базе ЭОП цифровые прицелы позволяют использовать дополнительные настройки, например, регулировка яркости, повышение контрастности, цифровое увеличение всего изображения или его части и другие в зависимости от применяемого программного обеспечения, а также в них отсутствует параллакс. Кроме этого, прямые и боковые световые помехи в этих прицелах не выводят приемник из строя и не приводят к временному ослеплению человека. К основному недостатку данных прицелов можно отнести их большее энергопотребление.

В отличие от двух первых типов прицелов, работающих по отраженному от целей и фона излучению, тепловизионные прицелы, работают по собственному излучению объектов и способны обнаружить цель, в том числе и замаскированную, в полной темноте и в условиях плохой видимости (дым, туман, дымка). Они состоят из объектива, микроболометрической матрицы, электронного модуля цифровой обработки изображения, цифровой шкалы и микродисплея. К основным недостаткам данных прицелов относятся специфический характер и слабая детализация изображения объектов, высокая стоимость.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что будущее за цифровыми прицелами.

#### Литература

1. Грузевич, Ю.К. Оптико-электронные приборы ночного видения / Ю.К. Грузевич. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 276 с.

УДК 551.576.4

### МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ ВЫСОТЫ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ОБЛАКОВ

Студент гр. 11311117 Павлюковец Е.Ю.

Д-р техн. наук, профессор Артюхина Н.К., кандидат техн. наук, доцент Кузнечик В.О.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Беларусь

Облака определяют погоду и климат нашей планеты, поэтому, необходимо осуществлять мониторинг параметров облаков, таких как их количество, форма, направление движения, горизонтальная и вертикальная протяженность и др [1]. Данные о низкой облачности и ее характеристиках используются в синоптико-климатических моделях облачности, а также службами аэродромов для предоставления метеорологической информации авиации.

Нижняя граница облаков (НГО) в соответствии с публикациями всемирной метеорологической организации [1] определяется как самая нижняя зона, в которой прозрачность переходит от значений, соответствующих ясному небу или дымке, к значениям, соответствующим совокупности водяных капель и кристаллов льда.

Методы измерения высоты НГО представлены на рис. 1.

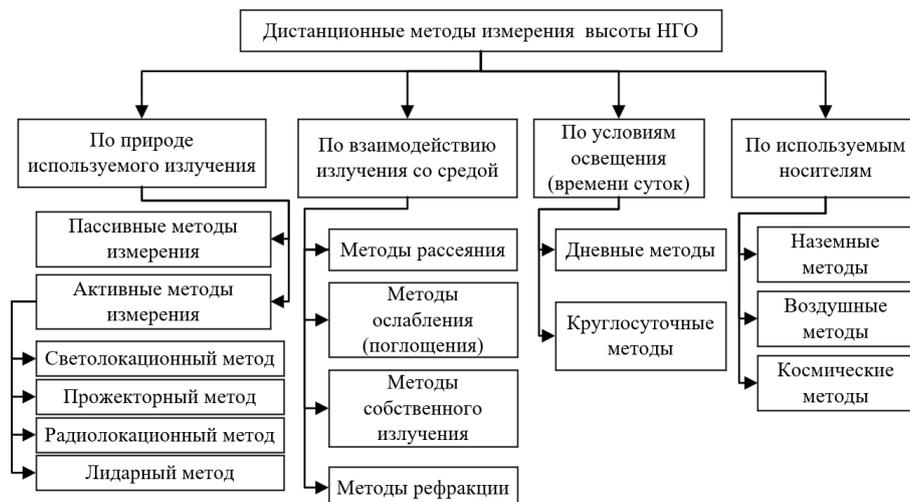


Рис. 1. Классификация методов измерения высоты НГО